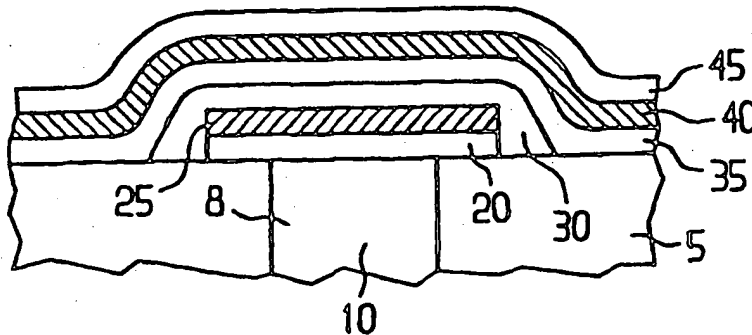


(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : H01L 21/285	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/39842 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 6. Juli 2000 (06.07.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/04081 (22) Internationales Anmeldedatum: 22. Dezember 1999 (22.12.99) (30) Prioritätsdaten: 198 60 080.1 23. Dezember 1998 (23.12.98) DE 199 09 295.8 3. März 1999 (03.03.99) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): INFI- NEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St.-Martin-Str. 53, D-81541 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): NAGEL, Nicolas [DE/DE]; Raintaler Str. 34, D-81539 München (DE). PRIMIG, Robert [AT/DE]; Entenbachstr. 37, D-81541 München (DE). KASKO, Igor [RU/DE]; Hans-Mielich-Str. 23, D-81543 München (DE). BRUCHHAUS, Rainer [DE/DE]; Simrockstr. 25, D-80997 München (DE). WENDT, Her- mann [DE/DE]; Am Weichselgarten 49, D-85630 Gras- brunn (DE). (74) Gemeinsamer Vertreter: INFINEON TECHNOLOGIES AG; Zedlitz, Peter, Postfach 22 13 17, D-80503 München (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>
(54) Title: CAPACITOR ELECTRODE STRUCTURE (54) Bezeichnung: KONDENSATORELEKTRODENANORDNUNG (57) Abstract The invention relates to a micro- electronic structure. In said structure, an oxygen-containing iridium layer (25) is embedded between a silicon-containing layer (8, 20) and an oxygen barrier layer (30). Said iridium layer is especially produced by a sputter process in an oxy- gen atmosphere with a low oxygen con- tent. The oxygen-containing iridium layer (25) is stable at temperatures up to 800 °C and withstands the formation of iridium silicide upon contact with the sil- icon-containing layer (20). Such micro- electronic structures are preferably used in semiconductor memories. (57) Zusammenfassung Es wird eine mikroelektronische Struktur vorgeschlagen, bei der sich zwischen einer siliziumhaltigen Schicht (8, 20) und einer Sauerstoffbarrierschicht (30) eine sauerstoffhaltige Iridiumschicht (25) befindet. Diese läßt sich insbesondere durch einen Sputterprozeß in sauerstoffhaltiger Atmosphäre mit geringem Sauerstoffanteil herstellen. Die sauerstoffhaltige Iridiumschicht (25) ist bis zu Temperaturen von 800 °C stabil und widersteht der Bildung von Iridiumsilizid beim Kontakt mit der siliziumhaltigen Schicht (20). Derartige mikroelektronische Strukturen werden bevorzugt in Halbleiterspeichern verwendet.		



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Beschreibung

KONDENSATORELEKTRODENANORDNUNG

- 5 Die Erfindung liegt auf dem Gebiet der Halbleitertechnologie und betrifft eine mikroelektronische Struktur mit einem Grundsubstrat, einer siliziumhaltigen Schicht und einer Sauerstoffbarrierenschicht.
- 10 Zur weiteren Erhöhung der Speicherkapazität von Halbleiterspeichern wird die Verwendung von Hoch - ϵ - Dielektrika ($\epsilon > 20$) oder ferroelektrischen Dielektrika angestrebt. Die dafür bevorzugten Materialien erfordern bei ihrer Abscheidung und Konditionierung sauerstoffhaltige Atmosphären und Temperaturen bis zu 800°C. Bei diesen Bedingungen ist jedoch mit
- 15 einer raschen Oxidation der bisher verwendeten Materialien für Elektroden zu rechnen. Daher wurde ebenfalls die Verwendung oxidationsresistenter Elektrodenmaterialien vorgeschlagen. Ein prominenter Vertreter ist beispielsweise Platin. Bei
- 20 Verwendung von Platin tritt jedoch das Problem auf, daß bei unmittelbarem Kontakt von Platin mit Silizium bei den hohen Prozeßtemperaturen störendes Platinsilizid gebildet wird. Auch kann Sauerstoff relativ leicht durch Platin hindurch diffundieren und das darunter befindliche Silizium oxidieren.
- 25 Aus diesen Gründen ist eine Barriere zwischen der Platinelektrode und einem mit Polysilizium gefüllten Kontaktloch, das die Elektrode mit einem Auswahltransistor verbindet, nötig.

- An die Barriere werden insbesondere folgende Anforderungen
- 30 gestellt. Sie muß einerseits die Siliziumdiffusion vom Kontaktloch zur Platinelektrode verhindern und andererseits eine Sauerstoffdiffusion vom Platin zum Kontaktloch unterbinden, um die elektrisch isolierende Oxidation von Silizium auszuschließen. Darüber hinaus muß die Barriere selbst bei den
- 35 Prozeßbedingungen stabil bleiben.

Ein möglicher Aufbau einer eingangs genannten mikroelektronischen Struktur in Form eines Elektrodenbarrierensystems ist beispielsweise in der US 5,581,439 beschrieben. Dort ist eine
5 die Siliziumdiffusion behindernde Titannitridschicht in einer Siliziumnitridschicht vergraben, die zumindest die Titannitridschicht seitlich vor einer Oxidation schützt. Auf dem Siliziumnitridkragen sitzt ein Palladiumgrundkörper mit einem Platinüberzug, die zusammen die Elektrode bilden. Gleichzeitig
10 soll zumindest durch das Palladium die Titannitridschicht vor einer Oxidation bewahrt werden.

Der Aufbau eines weiteren Elektrodenbarrierensystems mit anderen Materialien wird dagegen in dem Fachartikel von J. Kudo
15 et al., "A High Stability Electrode Technology for Stacked $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ Capacitors Applicable to Advanced Ferroelectric Memory", IEDM 1997, S. 609 bis 612 beschrieben. Der dort offenbarte Aufbau bevorzugt eine Barriere aus Tantal-Silizium-Nitrid, die von einer reinen Iridiumschicht und einer Iridiumdioxidschicht überdeckt ist. Die Tantal-Silizium-
20 Nitridbarriere verhindert die Siliziumdiffusion, muß jedoch selbst vor einer Oxidation geschützt werden. Diese Aufgabe übernehmen die Iridiumdioxidschicht und die reine Iridiumschicht. Es hat sich jedoch gezeigt, daß bei hohen Temperaturen, insbesondere bei 800°C , die reine Iridiumschicht mit der
25 Tantal-Silizium-Nitridbarriere elektrisch schlecht leitendes Iridiumsilizid bildet.

Die gleichen Probleme treten auch bei dem von Saenger et al.,
30 "Buried, self-aligned barrier layer structures for perovskite-based memory devices comprising Pt or Ir bottom electrodes on silicon-contributing substrates", J. Appl. Phys. 83(2), 1998, S. 802-813, favorisierten Aufbau auf. Aus diesem Fachartikel kann entnommen werden, daß sich aus reinem
35 Iridium und Polysilizium während eines Ausheilschritts in

3

Stickstoffatmosphäre ein störendes Iridiumsilizid bildet. Diese Silizierung soll daher durch einen vorherigen Ausheilschritt in sauerstoffhaltiger Atmosphäre durch vollständige Oxidation des Iridiums verhindert werden.

- 5 Ungünstigerweise ist dieser Ausheilschritt in sauerstoffhaltiger Atmosphäre insbesondere hinsichtlich der Tiefenoxidation des Iridiums nur schwer kontrollierbar, so daß es bei ungleichmäßiger Schichtdicke der Iridiumschicht auch zu einer Oxidation des Polysiliziums kommen kann, 10 wodurch der elektrische Kontakt zwischen dem Polysilizium und dem Iridium unterbrochen wird.

- Die Verwendung einer abgeschiedenen reinen Iridiumschicht mit einer nachfolgenden Sauerstoffbehandlung ist ebenfalls in dem 15 Fachartikel von Jeon et al., "Thermal stability of Ir/polycrystalline-Si structure for bottom electrode of integrated ferroelectric capacitors", Appl. Phys. Lett. 71(4), 1997, S. 467-469, offenbart. Die Verwendung von Iridiumdioxid als Barriere ist dagegen in Cho et al., "Preparation and Characterization of Iridium Oxide Thin Films Grown by DC Reactive Sputtering", Jpn. J. Appl. Phys. 36, 1997, S. 1722-1727, 20 beschrieben. Die Verwendung eines Mehrschichtsystems aus Platin, Ruthenium und Rhenium ist dagegen aus Onishi et al., "A New High Temperature Electrode-Barrier Technology On High Density Ferroelectric Capacitor Structure", IEDM 96, S. 699-702; Bhatt et al., "Novel high temperature multilayer electrode-barrier structure for high-density ferroelectric memories", Appl. Phys. Lett. 71(5), 1997, S. 719-721; Onishi et al., "High Temperature Barrier Electrode Technology for High 25 Density Ferroelectric Memories with Stacked Capacitor Structure", Electrochem. Soc. 145, 1998, S. 2563-2568; Aoyama et al., "Interfacial Layers between Si and Ru Films Deposited by Sputtering in Ar/O₂ Mixture Ambient", Jpn. J. Appl. Phys. 37, 30 1998, S. L242-L244 bekannt.

35

Ein weiterer Barrierenansatz wird in der US 5,852,307 vorgeschlagen, der die Verwendung einer leicht oxidierten Rutheniumschicht und einer Rutheniumdioxidschicht beschreibt.

5 Bei all den vorbekannten Barrierenschichten besteht jedoch die Gefahr, daß diese bei den geforderten hohen Prozeßtemperaturen, insbesondere bei einem notwendigen Temperaturschritt zur Konditionierung der Hoch - ϵ - Materialien bzw. der ferroelektrischen Materialien, nicht mehr ausreichend stabil
10 sind.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine mikroelektronische Struktur zu benennen, die auch bei Temperaturen bis zu 800°C ausreichend stabil ist, sowie ein Verfahren zur Herstellung
15 einer derartigen Struktur anzugeben.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einer mikroelektronischen Struktur der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß sich zwischen der siliziumhaltigen Schicht und der Sauerstoffbarrierenschicht eine sauerstoffhaltige Iridiumschicht befindet, die mittels eines Zerstäubungsverfahrens (Sputtern) in einer sauerstoffhaltigen herstellbar ist, wobei der Volumenanteil von Sauerstoff in der Atmosphäre zwischen 2,5 % und 15 % liegt.

25 Die in der mikroelektronischen Struktur enthaltene sauerstoffhaltige Iridiumschicht verhindert eine Siliziumdiffusion aus der siliziumhaltigen Schicht in die Sauerstoffbarrierenschicht und in eventuell darüber angeordnete weitere Schichten. Zu diesem Zweck weist die sauerstoffhaltige Iridiumschicht einen gewissen Anteil an Sauerstoff auf, der die Bildung von Iridiumsilizid und damit die Weiterdiffusion von Silizium verhindert. Weiterhin bleibt die Grenzfläche zwischen der sauerstoffhaltigen Iridiumschicht und der siliziumhaltigen Schicht auch bei Temperaturen zumindest bis 800°C wei-
35

5

testgehend frei von Iridiumsilizid. Dies läßt sich beispielsweise durch Widerstandsmessungen an der sauerstoffhaltigen Iridiumschicht nachweisen. Die Abwesenheit von Iridiumsilizid kommt beispielsweise in einem sehr geringen spezifischen Widerstand der sauerstoffhaltigen Iridiumschicht von kleiner als 100 $\mu\text{Ohm}\cdot\text{cm}$, bevorzugt sogar kleiner als 30 $\mu\text{Ohm}\cdot\text{cm}$ zum Ausdruck. Bei Anwesenheit von Iridiumsilizid, das einen sehr hohen spezifischen Widerstand von etwa 6 $\text{ohm}\cdot\text{cm}$ aufweist, würde der spezifische Widerstand der aus der siliziumhaltigen Schicht und der sauerstoffhaltigen Iridiumschicht gebildeten Struktur deutlich oberhalb von 100 $\mu\text{Ohm}\cdot\text{cm}$ liegen. Der geringe elektrische Widerstand der mikroelektronischen Struktur ist insbesondere bei höchstintegrierten Halbleiterbauelementen, insbesondere bei Halbleiterspeichern mit Strukturgrößen von 0,25 μm und darunter, von großem Vorteil.

Darüber hinaus wird durch die sauerstoffhaltige Iridiumschicht ein Kontakt zwischen der siliziumhaltigen Schicht und der Sauerstoffbarrierenschicht weitestgehend vermieden, um eine mögliche Reduktion der Sauerstoffbarrierenschicht durch die siliziumhaltige Schicht und die damit verbundenen Oxidation der siliziumhaltigen Schicht zu unterbinden.

Eine sauerstoffhaltige Iridiumschicht mit den oben beschriebenen Eigenschaften läßt sich beispielsweise mittels eines Zerstäubungsverfahrens (Sputtern) in einer sauerstoffhaltigen Atmosphäre mit geringem Sauerstoffanteil herstellen, wobei der Volumenanteil von Sauerstoff in der Atmosphäre zwischen 2,5 % und 15 % liegt. Durch den begrenzten Volumenanteil von Sauerstoff in der Atmosphäre wird Sauerstoff auch nur bis zu einem gewissen Grad in die Iridiumschicht eingebaut, so daß auch von einer anoxidierten Iridiumschicht gesprochen werden kann. Bevorzugt liegt der Volumenanteil von Sauerstoff in der Atmosphäre bei etwa 5 %.

35

Es hat sich bei Versuchen gezeigt, daß die bei einem Volumenanteil von etwa 2,5% Sauerstoff hergestellten sauerstoffhaltigen Iridiumschichten einer Silizierung noch weitestgehend widerstehen, während sauerstoffhaltige Iridiumschichten, die in einer Atmosphäre mit weniger als 2,5% Sauerstoff hergestellt wurden bereits deutlich zu einer Silizierung neigen. Andererseits führt eine sauerstoffhaltige Iridiumschicht, die bei einer Sauerstoffvolumenkonzentration von maximal 15% abgeschieden wurde, noch nicht zu einer störenden Oxidation der unter der sauerstoffhaltigen Iridiumschicht befindlichen siliziumhaltigen Schicht.

Um die Haftfähigkeit der sauerstoffhaltigen Iridiumschicht zu verbessern, ist es günstig, die sauerstoffhaltige Iridiumschicht bei einer Temperatur von mindestens 250°C abzuscheiden. Dadurch wird insbesondere die Haftfestigkeit zwischen der sauerstoffhaltigen Iridiumschicht und siliziumhaltigen Isolationsschichten, die beispielsweise aus Siliziumnitrid und Siliziumoxid bestehen, verbessert. Da das Grundsubstrat selbst aus Siliziumoxid oder Siliziumnitrid bestehen kann, wird durch die Abscheidung der sauerstoffhaltigen Iridiumschicht bei erhöhten Temperaturen auch eine gute Haftung der sauerstoffhaltigen Iridiumschicht zum Grundsubstrat erreicht. Grundsätzlich sollte die Abscheidetemperatur so hoch gewählt werden, daß eine ausreichende Haftung zum Grundsubstrat gewährleistet ist, wobei dadurch eine Haftfestigkeit von wenigstens 100 Kg/cm² erreicht werden kann.

Ein weiterer Vorteil, die sauerstoffhaltige Iridiumschicht bei einer Temperatur von wenigstens 250°C abzuscheiden, besteht darin, daß ein weiterer Konditionierungsschritt zur Verbesserung der Haftung der sauerstoffhaltigen Iridiumschicht nicht notwendig ist. Sofern die Abscheidetemperatur nicht zu hoch gewählt wird,

beispielsweise zwischen 250°C und 400°C, werden bereits geschaffene Strukturen thermisch kaum belastet.

- Vorteilhaft besteht die Sauerstoffbarriere aus einem leitfähigen Metalloxid, wobei sich insbesondere Iridiumdioxid und Rutheniumdioxid als Metalloxid bewährt haben. Durch Verwendung dieser Metalloxide ist auch eine gute Haftung der Sauerstoffbarrierenschicht auf der sauerstoffhaltigen Iridiumschicht gewährleistet.
- Die sich in der Regel unterhalb der sauerstoffhaltigen Iridiumschicht befindliche siliziumhaltige Schicht besteht bevorzugt aus Polysilizium, aus einem Metallsilizid oder einem Schichtenstapel, der zumindest eine Polysiliziumschicht und eine zwischen der Polysiliziumschicht und der sauerstoffhaltigen Iridiumschicht befindliche Metallsilizidschicht umfaßt. Bevorzugt besteht das Metallsilizid aus wenigstens einem Silizid aus der Gruppe Yttriumsilizid, Titansilizid, Zirkonsilizid, Hafniumsilizid, Vanadiumsilizid, Niobsilizid, Tantalasilizid, Chromsilizid, Molybdänsilizid, Wolframsilizid, Eisensilizid, Cobaltsilizid, Nickelsilizid, Palladiumsilizid, Platinsilizid und Kupfersilizid. Das Metall und das Silizium können dabei in unterschiedlichen stöchiometrischen Verhältnissen vorliegen. Die verwendeten Metallsilizide können darüber hinaus auch ternärer Struktur sein und der allgemeinen Form $MSiN$ genügen, wobei M für ein Metall und N für Stickstoff steht.

Es hat sich als günstig herausgestellt, zumindest die siliziumhaltige Schicht im Grundsubstrat zu vergraben und mit der sauerstoffhaltigen Iridiumschicht vollständig zu bedecken. Dadurch wird die siliziumhaltige Schicht zumindest seitlich durch das Grundsubstrat vor einem Sauerstoffangriff geschützt und das in der siliziumhaltigen Schicht befindliche Silizium an einer Diffusion durch die sauerstoffhaltige Iridiumschicht hindurch gehindert. Die siliziumhaltige Schicht kann bei die-

ser Struktur beispielsweise in Form eines mit Polysilizium gefüllten Kontaktlochs vorliegen, das optional zur sauerstoffhaltigen Iridiumschicht hin von einer Metallsilizidschicht begrenzt ist.

5

Es ist jedoch auch günstig, die siliziumhaltige Schicht und die sauerstoffhaltige Iridiumschicht gemeinsam im Grundsubstrat zu vergraben und vollständig von der Sauerstoffbarrierschicht zu bedecken. Bei dieser Struktur werden eventuell auftretende Haftungsprobleme der sauerstoffhaltigen Iridiumschicht auf dem Grundsubstrat dadurch vermieden, daß die sauerstoffhaltige Iridiumschicht nur an ihrer seitlichen Grenzfläche (Umrandung) in Kontakt mit dem Grundsubstrat tritt. Die Haftung der sauerstoffhaltigen Iridiumschicht auf einer leitfähigen siliziumhaltigen Schicht, insbesondere auf Polysilizium oder auf einem Metallsilizid, ist dagegen in der Regel ausreichend gut.

Die sauerstoffhaltige Iridiumschicht weist bevorzugt eine Dicke von etwa 100 nm, günstigerweise sogar von etwa 20 bis 50 nm, auf. Es wird angestrebt, die sauerstoffhaltige Iridiumschicht möglichst platzsparend und dünn auszubilden. Die in der mikroelektronischen Struktur enthaltenen Barrierenschichten (Sauerstoffbarrierschicht, sauerstoffhaltige Iridiumschicht) sind vorteilhafterweise von einer metallhaltigen Elektrodenschicht bedeckt. Insbesondere die Sauerstoffbarrierschicht sollte möglichst vollständig von dieser Schicht überzogen sein. Die metallhaltige Elektrodenschicht besteht bevorzugt aus einem Metall (z.B. Platin, Ruthenium, Iridium, Palladium, Rhodium, Rhenium, Osmium) oder aus einem leitfähigen Metalloxid (MO_x , z.B. Rutheniumoxid, Osmiumoxid, Rhodiumoxid, Iridiumoxid, Rheniumoxid oder leitfähige Perowskite, z.B. $SrRuO_3$ oder $(La, Sr)CoO_3$). Als Metall wird insbesondere Platin bevorzugt. Auf der metallhaltigen Elektrodenschicht befindet sich eine

dielektrische metalloxidhaltige Schicht, die insbesondere bei einem Halbleiterspeicher das Hoch - ϵ - Dielektrikum bzw. das ferroelektrische Kondensatordielektrikum darstellt. Für die dielektrische metalloxidhaltige Schicht werden insbesondere Metalloxide der allgemeinen ABO_x oder DO_x verwendet, wobei A insbesondere für wenigstens ein Metall aus der Gruppe Strontium (Sr), Wismut (Bi), Niob (Nb), Blei (Pb), Zirkon (Zr), Lanthan (La), Lithium (Li), Kalium (K), Kalzium (Ca) und Barium (Ba), B insbesondere für wenigstens eine Metall aus der Gruppe Titan (Ti), Niob (Nb), Ruthenium (Ru), Magnesium (Mg), Mangan (Mn), Zirkon (Zr) oder Tantal (Ta), D für Titan (Ti) oder Tantal (Ta) und O für Sauerstoff steht. X kann zwischen 2 und 12 liegen. Diese Metalloxide weisen je nach Zusammensetzung dielektrische oder ferroelektrische Eigenschaften auf, wobei diese Eigenschaften gegebenenfalls erst nach einem Hochtemperaturschritt zur Kristallisation der Metalloxide nachweisbar sind. Unter Umständen liegen diese Materialien in polykristalliner Form vor, wobei häufig perowskitähnliche Kristallstrukturen, Mischkristalle oder Supergitter beobachtet werden können. Grundsätzlich eignen sich alle perowskitähnlichen Metalloxide der allgemeinen Form ABO_x zum Bilden der dielektrischen metalloxidhaltigen Schicht. Dielektrische Materialien mit hohem ϵ ($\epsilon > 20$) bzw. Materialien mit ferroelektrischen Eigenschaften sind beispielsweise Barium-Strontium-Titanat (BST, $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$), niobiumdotiertes Strontium-Wismut-Tantalat (SBTN, $Sr_xBi_y(Ta_2Nb_{1-2})O_3$), Strontium-Titanat (STO, $SrTiO_3$), Strontium-Wismut-Tantalat (SBT, $Sr_xBi_yTa_2O_9$), Wismut-Titanat (BTO, $Bi_4Ti_3O_{12}$), Blei-Zirkonat-Titanat (PZT, $Pb(Zr_xTi_{1-x})O_3$), Strontium-Niobat (SNO, $Sr_2Nb_2O_7$), Kalium-Titanat-Niobat (KTN) sowie Blei-Lanthan-Titanat (PLTO, $(Pb,L a)TiO_3$). Als Hoch - ϵ - Dielektrikum kommt darüber hinaus auch Tantaloxid (Ta_2O_5) zur Anwendung. Im folgenden soll unter dielektrisch sowohl eine dielektrische, paraelektrische oder ferroelektrische Schicht verstanden werden, so daß die dielektrische

10

metalloxidhaltige Schicht dielektrische, paraelektrische oder ferroelektrische Eigenschaften aufweisen kann.

5 Bevorzugt wird die mikroelektronische Struktur in einer Halbleiterspeichervorrichtung verwendet, die zumindest eine erste und eine zweite Elektrode und dazwischen eine metalloxidhaltige Schicht aufweist, die zusammen einen Speicherkondensator bilden. Die erste Elektrode dieser Halbleiterspeichervorrichtung umfaßt dabei zumindest die sauerstoffhaltige Iridium-
10 schicht und die Sauerstoffbarrierenschicht, so daß die erste Elektrode neben einer optionalen Edelmetallschicht auch die notwendigen Diffusionsbarrieren enthält.

Bei einer bevorzugten mikroelektronischen Struktur besteht
15 das Grundsubstrat insbesondere aus Siliziumoxid, Siliziumnitrid oder aus einer Schichtkombination dieser Materialien. Das Grundsubstrat wird von zumindest einem Kontaktloch durchsetzt, das mit Polysilizium oder einem anderen leitfähigen Material gefüllt ist. Gegebenenfalls
20 schließt das gefüllte Kontaktloch mit der Oberfläche des Grundsubstrats bündig mit einer im Kontaktloch angeordneten Metallsilizidschicht ab. Auf der Oberfläche des Grundsubstrats sitzt schließlich die sauerstoffhaltige Iridiumschicht, die das Kontaktloch vollständig bedeckt,
25 seitlich über dieses hinausragt und dort in unmittelbaren Kontakt zum Grundsubstrat tritt.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels beschrieben und in Zeichnungen schematisch dargestellt. Es zeigen:
30

Figuren 1a bis 1e einzelne Verfahrensschritte zur Herstellung einer mikroelektronischen Struktur,

Figuren 2a bis 2f weitere Verfahrensschritte zur Herstellung einer mikroelektronischen Struktur,
35

11

- Figur 3 eine mikroelektronische Struktur als Teil einer Halbleiterspeichervorrichtung,
- Figur 4 den spezifischen Widerstand einer sauerstoffhaltigen Iridiumschicht in Abhängigkeit von der Temperaturbelastung und
- Figur 5 den spezifischen Widerstand einer sauerstoffhaltigen Iridiumschicht in Abhängigkeit vom Sauerstoffanteil in der Atmosphäre bei der Abscheidung,
- Figur 6 die Haftfestigkeit einer sauerstoffhaltigen Iridiumschicht auf einer Siliziumoxidschicht in Abhängigkeit von der Abscheidetemperatur,
- Figur 7 die Haftfestigkeit einer sauerstoffhaltigen Iridiumschicht auf einer Siliziumnitridschicht in Abhängigkeit von der Abscheidetemperatur und
- Figuren 8 und 9 Ergebnisse von Röntgenstruktuntersuchungen an abgeschiedenen sauerstoffhaltigen Iridiumschichten.

Bei der Herstellung der mikroelektronischen Struktur wird von einem Grundsubstrat 5 aus Siliziumdioxid (beispielsweise durch eine Abscheidung unter Verwendung von Tetra-Ethyl-Ortho-Silan (TEOS) hergestellt) oder Siliziumnitrid ausgegangen, das von einem mit Polysilizium 8 gefüllten Kontaktloch 10 durchsetzt ist. Das gefüllte Kontaktloch 10 schließt bündig mit der Oberfläche 15 des Grundsubstrats 5 ab. Dies wird beispielsweise durch einen geeigneten Polierschritt, beispielsweise durch chemisch-mechanisches Polieren (CMP), erreicht. Auf die Oberfläche 15 des Grundsubstrats 5 wird anschließend nach einer etwa einminütigen Reinigung des Polysiliziums mit einer 0,3 %-igen Flußsäure (HF), durch die das natürliche Oxid von der Polysiliziumschicht 8 entfernt wird, eine Wolfram-Silizidschicht 20 mit einer Stärke zwischen 30 und 100 nm abgeschieden. Optional kann anstelle des Wolfram-Silizids auch eine Titanschicht gleicher Stärke aufgetragen werden, wobei jedoch das Titan in einem späteren Hochtemperaturschritt weitestgehend vollständig durch das Polysilizium 8

12

im Kontaktloch 10 siliziert wird. Die Wolfram-Silizidschicht 20 stellt hier die siliziumhaltige Schicht dar. Es ist auch möglich, anstelle der Wolfram-Silizidschicht 20 eine Polysiliziumschicht aufzubringen, so daß sich zwischen der nachfolgend aufzutragenden sauerstoffhaltigen Iridiumschicht und dem Grundsubstrat eine Haftschrift (Polysilizium, Silizid) befindet.

Auf die Wolfram-Silizidschicht 20 wird anschließend eine sauerstoffhaltige Iridiumschicht 25 durch reaktives Sputtern von Iridium aufgetragen. Dies erfolgt bei einem Druck zwischen 0,005 und 0,02 mbar, bevorzugt bei 0,015 mbar sowie in einem Sauerstoff-Argon-Gemisch, wobei der Volumenanteil des Sauerstoffs zwischen 2,5 % und 15 %, bevorzugt bei 5 % liegt ($2,5 \% \leq O_2 / (O_2 + Ar) \leq 15 \%$). Nach einem Sputterprozeß von etwa 100 sec hat sich eine etwa 50 bis 150 nm Dicke sauerstoffhaltige Iridiumschicht 25 gebildet, die die Wolfram-Silizidschicht 20 vollständig bedeckt. Die abgeschiedene sauerstoffhaltige Iridiumschicht 25 widersteht auch bei sehr hohen Temperaturen, die beispielsweise bei einem später erfolgenden sogenannten Ferroaneal bis zu 800°C betragen können, einer Iridiumsilizidbildung bei Kontakt mit dem Wolfram-Silizid. Diese Widerstandsfähigkeit wird auch bei einer unmittelbar auf das Polysilizium abgeschiedenen sauerstoffhaltigen Iridiumschicht 25 beobachtet.

Bevorzugt werden die sauerstoffhaltige Iridiumschicht 25 und die Wolfram-Silizidschicht 20 gemeinsam anisotrop geätzt, wobei die beiden Schichten nach dem Ätzen das Kontaktloch 10 weiterhin seitlich leicht überragen sollen, um das darin befindliche Polysilizium vollständig zu überdecken. Die so erhaltene Struktur ist in Figur 1b gezeigt.

In einem weiteren Verfahrensschritt gemäß Figur 1c wird eine etwa 100 nm dicke Sauerstoffbarrierenschicht 30 aus Iridium-

dioxid auf die sauerstoffhaltige Iridiumschicht 25 und das Grundsubstrat 5 aufgetragen und unter Verwendung einer Maske anisotrop geätzt. Dabei ist darauf zu achten, daß die Iridiumdioxidschicht 30 die sauerstoffhaltige Iridiumschicht 25 sowie die Wolfram-Silizidschicht 20 auch an ihren Seitenbereichen 32 vollständig überdeckt. Dadurch wird ein vollständiger Schutz der sauerstoffhaltigen Iridiumschicht 25 und der Wolfram-Silizidschicht 20 vor einem Sauerstoffangriff gewährleistet sowie ein Kontakt zwischen der sauerstoffhaltigen Iridiumschicht 25 und einer nachfolgend aufzubringenden Edelmetallschicht 35 aus Platin unterbunden. Durch die Trennung der sauerstoffhaltigen Iridiumschicht 25 von der Platinschicht 35 soll insbesondere die Ausbildung einer Platin-Iridium-Legierung unterbunden werden, die möglicherweise zu ungünstigen Grenzflächeneigenschaften der Platinschicht 35 führen könnte.

Auf die in Figur 1d dargestellte Edelmetallschicht 35, die optional auch aus Ruthenium bestehen kann, wird eine Strontium-Wismut-Tantalat-Schicht (SBT) 40 durch ein metallorganisches CVD-Verfahren oder ein MOD-Verfahren (z.B. Spin-on Verfahren) unter Verwendung von Beta-Diketonaten abgeschieden. Dies erfolgt bevorzugt bei Temperaturen zwischen 300 und 800°C sowie insbesondere beim MOCVD-Verfahren in sauerstoffhaltiger Atmosphäre, um die Strontium- und Wismut-Beta-Diketonate zu oxidieren. Abschließend wird eine weitere Edelmetallschicht 45 aus Platin ganzflächig aufgetragen. Die SBT-Schicht 40 bildet bei diesem Ausführungsbeispiel die dielektrische metalloxidhaltige Schicht.

Verfahrensschritte zur Herstellung einer mikroelektronischen Struktur mit vergrabener sauerstoffhaltiger Iridiumschicht sind in den Figuren 2a bis 2f dargestellt. Auch hier wird von einem Grundsubstrat 5 ausgegangen, das optional auch aus zwei Schichten aufgebaut sein kann. Dazu besteht das Grundsubstrat

5 aus einer unteren Siliziumdioxidschicht 50 mit darüber befindlicher Siliziumnitrid oder TEOS-Schicht 55. Das Grundsubstrat 5 weist weiterhin ein Kontaktloch 10 auf, das jedoch nicht bis zur Oberfläche 15 des Grundsubstrats 5 mit Polysilizium gefüllt ist. Zu dieser Struktur gelangt man insbesondere durch einen Rückätzschritt des Polysiliziums nach Auffüllen des Kontaktlochs. Auf diese in Figur 2a dargestellte Struktur wird zunächst nach Reinigung mit Flußsäure eine Platin-, Titan- oder Kobaltschicht mit einer Dicke zwischen 30 und 100 nm aufgetragen und einer Silizidbildung unterworfen. Dabei entsteht ausschließlich im Bereich des mit Polysilizium befüllten Kontaktlochs 10 ein Metallsilizid. Durch unterschiedliche Ätzeigenschaften des gebildeten Metallsilizids gegenüber dem unsiliziertem Metall wird die Titan-, Platin- oder Kobaltschicht bis auf das gebildete selbstjustierte Metallsilizid 65 wieder entfernt. Das gebildete Metallsilizid 65 aus Titan-, Platin- oder Kobaltsilizid reicht jedoch nicht bis zur Oberfläche 15 des Grundsubstrats 5, so daß das Kontaktloch 10 noch nicht vollständig gefüllt ist.

20 Dies erfolgt erst mit der nun auf das Grundsubstrat 5 aufgetragenen sauerstoffhaltigen Iridiumschicht 25 in einer Materialstärke zwischen 50 und 150 nm. Die sauerstoffhaltige Iridiumschicht 25 wird anschließend bis auf die TEOS-Schicht 55 zurückgeschliffen. Die so erhaltene Struktur, bei der die sauerstoffhaltige Iridiumschicht 25 bündig mit der Oberfläche 15 des Grundsubstrats 5 abschließt, ist in Figur 2d dargestellt.

30 Es ist auch möglich, die sauerstoffhaltige Iridiumschicht 25 zumindest teilweise auf der Oberfläche 15 des Grundsubstrats 5 zu belassen. Um hierbei eventuell auftretende Haftungsprobleme zwischen der sauerstoffhaltigen Iridiumschicht 25 und dem Grundsubstrat 5 zu vermeiden, empfiehlt es sich, das Grundsubstrat 5 bei der Abscheidung der sauerstoffhaltigen

35

15

Iridiumschicht 25 auf mindestens 250°C zu erwärmen. Günstig ist beispielsweise eine Temperatur bei etwa 300°C. Bei erhöhter Temperatur verbessert sich darüber hinaus auch die Haftung der sauerstoffhaltigen Iridiumschicht auf dem Silizid.

Nachfolgend wird die Sauerstoffbarrierenschicht 30 aus Iridiumdioxid aufgetragen und strukturiert, wobei das Kontaktloch 10 vollständig von dieser Schicht bedeckt ist. Danach werden noch die Edelmetallschicht 35, die dielektrische metalloxidhaltige Schicht 40 sowie die weitere Edelmetallschicht 45 aufgetragen und geeignet strukturiert.

Daran schließt sich ein Hochtemperaturausheilschritt (z.B. Ferroaneal) in sauerstoffhaltiger Atmosphäre zur Auskristallisation der dielektrischen metalloxidhaltigen Schicht 40 an. Insbesondere bei der Verwendung von SBT als dielektrische metalloxidhaltige Schicht 40 muß diese Behandlung bei 800°C für etwa 1 Stunde durchgeführt werden. Während dieser Behandlung soll das SBT vollständig auskristallisieren, um somit eine möglichst hohe remanente Polarisierung der SBT-Schicht 40 zu erreichen. Optional kann der Hochtemperaturausheilschritt auch vor Abscheidung der weiteren Edelmetallschicht 45 erfolgen.

Eine Halbleiterspeichervorrichtung, die die erfindungsgemäße mikroelektronische Struktur enthält, ist in Figur 3 dargestellt. Diese Einrichtung umfaßt einen Auswahltransistor 70 und einen Speicherkondensator 75. Der Auswahltransistor 70 weist zwei voneinander getrennte dotierte Gebiete 80 und 85 in einem einkristallinen Siliziumsubstrat 90 auf, die ein Source- und ein Draingebiet (80, 85) des Auswahltransistors 70 darstellen. Auf dem Siliziumsubstrat 90 zwischen den beiden dotierten Gebieten 80 und 85 ist die Gateelektrode 95 mit untergelegtem Gatedielektrikum 100 angeordnet. Die Gateelek-

16

trode 95 und das Gatedielektrikum 100 sind von seitlichen Isolationsstegen 105 sowie oberen Isolationsschichten 110 umgeben. Die gesamte Struktur ist vom Grundsubstrat 5 vollständig bedeckt. Durch das Grundsubstrat 5 reicht ein Kontaktloch 10 bis zu dem dotierten Gebiet 85, wodurch der auf dem Grundsubstrat 5 sitzende Speicherkondensator 75 mit dem Auswahltransistor verbunden ist.

Der Speicherkondensator 75 besteht seinerseits aus einer unteren Elektrode 115, einem Kondensatordielektrikum 40 sowie einer oberen Elektrode 45. Die untere Elektrode 115 umfaßt im vorliegenden Ausführungsbeispiel eine Platinschicht 35, eine Iridiumdioxidschicht 30 sowie eine sauerstoffhaltige Iridiumschicht 25. Die untere Elektrode 115 ist somit mehrlagig aufgebaut und umfaßt auch alle notwendigen Barrierenschichten zum Schutz des im Kontaktloch 10 befindlichen Polysiliziums 8 vor einer Oxidation sowie zum Schutz vor einer ungewollten Siliziumdiffusion.

Die sauerstoffhaltige Iridiumschicht 25 ist durch einen sehr geringen spezifischen Widerstand charakterisierbar. Dies ist beispielsweise in Figur 4 dargestellt, die Meßkurven von anoxidiertem Iridium (sauerstoffhaltige Iridiumschicht mit Ir(O) gekennzeichnet) auf unterschiedlichen siliziumhaltigen Schichten zeigt. Dazu wurde anoxidiertes Iridium auf Polysilizium, Titansilizid bzw. Platinsilizid in einer 5 %igen Sauerstoffatmosphäre abgeschieden und nachfolgend für etwa 1 ½ Stunden bei unterschiedlichen Temperaturen behandelt. Der spezifische Widerstand ist im Temperaturbereich zwischen Raumtemperatur und 800°C stets kleiner als 20 $\mu\text{Ohm}\cdot\text{cm}$, bei anoxidiertem Iridium auf Platinsilizid sogar deutlich unter 10 $\mu\text{Ohm}\cdot\text{cm}$.

Die Abhängigkeit des spezifischen Widerstands vom Sauerstoffgehalt der Atmosphäre beim Abscheiden der anoxidierten Iridi-

umschicht ist in Figur 5 gezeigt. Deutlich erkennbar ist ein starker Abfall des spezifischen Widerstands zwischen 2 und 2 ½ % Volumenanteil des Sauerstoffs. Weiterhin ist erkennbar, daß bei einer nachträglichen Temperaturbehandlung bei relativ hohen Temperaturen zwischen 650 und 800°C sogar mit einem weiteren Rückgang des spezifischen Widerstands zu rechnen ist.

In Figuren 8 und 9 sind Ergebnisse von Röntgenstrukturanalysen abgeschiedener sauerstoffhaltiger Iridiumschichten auf Polysilizium dargestellt. Figur 8 zeigt Ergebnisse, die unmittelbar nach Abscheidung der sauerstoffhaltigen Iridiumschicht gewonnen wurden, hingegen sind in Figur 9 die nach Temperung bei 700°C in Stickstoffatmosphäre gewonnenen Ergebnisse aufgetragen. Deutlich entnehmbar ist durch Vergleich der Figuren 8 und 9, daß bei sauerstoffhaltigen Iridiumschichten, die bei einem Sauerstoffgehalt von mindestens 2,5% abgeschieden wurden, keine Silizidbildung während einer Hochtemperaturbehandlung auftritt.

20

Die sauerstoffhaltige Iridiumschicht ist weiterhin auch durch ihren relativ geringen Sauerstoffgehalt charakterisierbar. Die stöchiometrischen Verhältnisse der sauerstoffhaltigen Iridiumschicht weichen deutlich von denen einer Iridiumdioxidschicht (IrO_2) ab. Dies äußert sich z.B. darin, daß in der sauerstoffhaltigen Iridiumschicht mehr Iridium als Sauerstoff enthalten ist.

Eine weitere Charakterisierungsmöglichkeit für die sauerstoffhaltige Iridiumschicht besteht darin, daß diese Schicht auf einer leitfähigen siliziumhaltigen Schicht auch bei Temperaturen bis zu 800°C keine zusammenhängende Iridiumsilizidschicht bildet, die zu einer Erhöhung des elektrischen Widerstands führen würde. Daher eignet sich die sauerstoffhaltige Iridiumschicht auch insbesondere als Barrierenschicht in ei-

nem Halbleiterspeicher, der als Kondensatordielektrikum ferroelektrisches SBT oder PZT verwendet.

Die Haftfestigkeit der anoxidierten Iridiumschicht (Ir(O)) in
5 Abhängigkeit von der Abscheidetemperatur ist in den Figuren 6
und 7 dargestellt. Figur 6 zeigt die Haftfestigkeit von Ir(O)
zu einer durch TEOS-Abscheidung gewonnenen Siliziumoxid-
schicht und Figur 7 die Haftfestigkeit zu einer stöchiometri-
schen Siliziumnitridschicht (Si_3N_4). Für beide Untergründe
10 gilt, daß die Haftfestigkeit nach einem Sprung bei etwa 250°C
mit zunehmender Abscheidetemperatur steigt. Es ist daher gün-
stig, die Abscheidetemperatur ausreichend hoch zu wählen.

Die Haftfestigkeit läßt sich insbesondere mit einem sogenann-
15 ten "Pull-Test" ermitteln, der in der Literatur auch häufig
mit "Abziehtest", "Stirn-Abzugstest" oder "Sebastian-five-
Test" bezeichnet wird. Der Pull-Test erlaubt es, quantitative
Aussagen über die Haftfestigkeiten von dünnen Schichten auf
Substraten zu treffen. Bei dieser Prüfmethode wird in der Re-
20 gel ein zylinderförmiger Körper ("Stud") mit einer seiner
Stirnflächen unter Verwendung einer Verbindungsschicht mit
sehr guten Hafteigenschaften auf der auf dem Substrat befind-
lichen Schicht befestigt. Die Verbindungsschicht sollte dabei
den zylinderförmigen Körper mit der Schicht ausreichend fest
25 verbinden. Durch eine Meßvorrichtung wird nachfolgend festge-
stellt, welche Kraft zum Ablösen des zylinderförmigen Körpers
vom Substrat nötig ist. Da das Ablösen sowohl zwischen dem
zylinderförmigen Körper und der zu prüfenden Schicht, zwi-
schen der Schicht und dem Substrat oder auch innerhalb des
30 Substrats oder der Schicht erfolgen kann, muß nachfolgend ei-
ne Untersuchung dahingehend durchgeführt werden. Bei Bestim-
mung der Haftfestigkeit sollte die Verbindungsschicht zum Be-
festigen des zylinderförmigen Körpers auf der Schicht (im
vorliegenden Fall sauerstoffhaltige Iridiumschicht) eine aus-
35 reichend hohe Haftfestigkeit aufweisen, die oberhalb der zu

19
erwartenden Haftfestigkeit der sauerstoffhaltigen Iridium-
schicht zum Substrat liegt.

Bezugszeichenliste

5	Grundsubstrat
8	Polysiliziumschicht
5 10	Kontaktloch
15	Oberfläche des Grundsubstrats
20	Wolfram-Silizidschicht/Metallsilizidschicht/ siliziumhaltige Schicht
25	sauerstoffhaltige Iridiumschicht
10 30	Sauerstoffbarrierenschicht/Iridiumdioxidschicht
32	Seitenbereiche
35	Edelmetallschicht/Platinschicht/metallhaltige Elek- trodenschicht
40	dielektrische metalloxidhaltige Schicht/SBT-Schicht
15 45	weitere Edelmetallschicht/Platinschicht
50	Siliziumoxidschicht
55	TEOS-Schicht/Siliziumnitridschicht
65	Metallsilizid
70	Auswahltransistor
20 75	Speicherkondensator
80/85	dotierte Gebiete
90	Siliziumsubstrat
95	Gateelektrode
100	Gatedielektrikum
25 105	seitliche Isolationsstege
110	Isolationsschicht
115	untere Elektrode

Patentansprüche

1. Mikroelektronische Struktur mit
5 - einem Grundsubstrat (5);
- einer siliziumhaltigen Schicht (8, 20); und
- einer Sauerstoffbarrierenschicht (30);
dadurch gekennzeichnet, daß
sich zwischen der siliziumhaltigen Schicht (8, 20) und der
10 Sauerstoffbarrierenschicht (30) eine sauerstoffhaltige Iridi-
umschicht (25) befindet, die mittels eines Zerstäubungsver-
fahrens (Sputtern) in einer sauerstoffhaltigen Atmosphäre
herstellbar ist, wobei der Volumenanteil von Sauerstoff in
der Atmosphäre zwischen 2.5 % und 15 % liegt.
- 15 2. Mikroelektronische Struktur nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß
die sauerstoffhaltige Iridiumschicht (25) bei einer Tempera-
tur von mindestens 250°C herstellbar ist.
- 20 3. Mikroelektronische Struktur nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Volumenanteil von Sauerstoff in der Atmosphäre bei etwa
5% liegt.
- 25 4. Mikroelektronische Struktur nach einem der vorherigen An-
sprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Sauerstoffbarriere (30) aus einem leitfähigen Metalloxid
30 besteht.
5. Mikroelektronische Struktur nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, daß
das leitfähige Metalloxid aus Iridiumdioxid oder Rutheniumdi-
35 oxid besteht.

6. Mikroelektronische Struktur nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß

- 5 die siliziumhaltige Schicht (8, 20) aus Polysilizium oder aus zumindest einem Metallsilizid besteht.

7. Mikroelektronische Struktur nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

- 10 dadurch gekennzeichnet, daß

die siliziumhaltige Schicht (8, 20) aus einer Polysiliziumschicht (8) und zumindest einer Metallsilizidschicht (20) besteht, wobei sich die Metallsilizidschicht (20) zwischen der Polysiliziumschicht (8) und sauerstoffhaltigen Iridiumschicht
15 (25) befindet.

8. Mikroelektronische Struktur nach Anspruch 6 oder 7,

dadurch gekennzeichnet, daß

- 20 das Metallsilizid wenigstens ein Silizid aus der Gruppe Yttriumsilizid, Titansilizid, Zirkonsilizid, Hafniumsilizid, Vanadiumsilizid, Niobsilizid, Tantalsilizid, Chromsilizid, Molybdänsilizid, Wolframsilizid, Eisensilizid, Cobaltsilizid, Nickelsilizid, Palladiumsilizid, Platinsilizid und Kupfersilizid enthält.

25

9. Mikroelektronische Struktur nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß

- 30 die siliziumhaltige Schicht (8, 20) im Grundsubstrat (5) vergraben und von der sauerstoffhaltigen Iridiumschicht (25) vollständig bedeckt ist.

10. Mikroelektronische Struktur nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

- 35 dadurch gekennzeichnet, daß

23

die siliziumhaltige Schicht (8, 20) und die sauerstoffhaltige Iridiumschicht (25) gemeinsam im Grundsubstrat (5) vergraben und vollständig von der Sauerstoffbarrierenschicht (30) bedeckt sind.

5

11. Mikroelektronische Struktur nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß

10 die sauerstoffhaltige Iridiumschicht (25) eine Dicke von etwa 10 bis 100 nm, bevorzugt von etwa 20 nm bis 50 nm aufweist.

12. Mikroelektronische Struktur nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß

15 eine metallhaltige Elektrodenschicht (35) die Sauerstoffbarrierenschicht (30) überdeckt.

13. Mikroelektronische Struktur nach Anspruch 12,

dadurch gekennzeichnet, daß

20 die metallhaltige Elektrodenschicht (35) von einer metalloxidhaltigen Schicht (40) bedeckt ist.

14. Mikroelektronische Struktur mit

- einem Grundsubstrat (5);

25 - einer siliziumhaltigen Schicht (8, 20);

- einer Sauerstoffbarrierenschicht (30);

- einer zwischen der siliziumhaltigen Schicht (8, 20) und der Sauerstoffbarrierenschicht (30) befindlichen sauerstoffhaltigen Iridiumschicht (25), wobei die sauerstoffhaltige Iri-

30 diumschicht (25) mittels eines Zerstäubungsverfahrens

(Sputtern) in einer sauerstoffhaltigen Atmosphäre herstellbar ist, und der Volumenanteil von Sauerstoff in der sauerstoffhaltigen Atmosphäre zwischen 2.5 % und 15 % liegt;

35 - mit einer die sauerstoffhaltigen Iridiumschicht (25) vollständig bedeckenden IrO_2 -Schicht (30); und

24

- einer auf der IrO₂-Schicht (30) angeordneten Platinschicht (35).

15. Mikroelektronische Struktur mit

- 5 - einem Grundsubstrat (5);
- einer siliziumhaltigen Schicht (8, 20);
- einer Sauerstoffbarrierenschicht (30);
- einer zwischen der siliziumhaltigen Schicht (8, 20) und der Sauerstoffbarrierenschicht (30) befindlichen sauerstoffhaltigen Iridiumschicht (25), wobei die sauerstoffhaltige Iridiumschicht (25) mittels eines Zerstäubungsverfahrens (Sputtern) in einer sauerstoffhaltigen Atmosphäre bei einer Temperatur von mindestens 250°C herstellbar ist, und der Volumenanteil von Sauerstoff in der sauerstoffhaltigen Atmosphäre zwischen 2.5 % und 15 % liegt;
- 15 - mit einer die sauerstoffhaltigen Iridiumschicht (25) vollständig bedeckenden IrO₂-Schicht (30); und
- einer auf der IrO₂-Schicht (30) angeordneten Platinschicht (35).

20

16. Verfahren zum Herstellen einer mikroelektronischen Struktur, wobei die mikroelektronische Struktur ein Grundsubstrat (5) und eine sauerstoffhaltige Iridiumschicht (25) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß

- 25 die sauerstoffhaltige Iridiumschicht (25) mittels eines Zerstäubungsverfahrens (Sputtern) in einer sauerstoffhaltigen Atmosphäre bei einer Temperatur von mindestens 250°C abgeschieden wird, wobei der Volumenanteil von Sauerstoff in der Atmosphäre zwischen 2.5 % und 15 % liegt.

30

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die sauerstoffhaltige Iridiumschicht (25) bei einer Temperatur von mindestens 250°C abgeschieden wird.

35

25

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17,
dadurch gekennzeichnet, daß
Volumenanteil von Sauerstoff in der Atmosphäre bei etwa 5 %
liegt.

5

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18,
dadurch gekennzeichnet, daß
die sauerstoffhaltige Iridiumschicht (25) bei einem Druck
zwischen 0.005 mbar und 0.02 mbar aufgebracht wird.

10

20. Verwendung einer mikroelektronischen Struktur nach einem
der Ansprüche 1 bis 15 in einer Halbleiterspeichervorrich-
tung, die zumindest eine erste (115) und eine zweite Elektro-
de (45) und dazwischen eine metalloxidhaltige Schicht (40)
15 aufweist, die zusammen einen Speicherkondensator (75) bilden,
wobei die sauerstoffhaltige Iridiumschicht (25) zusammen mit
der Sauerstoffbarrierenschicht (30) Teil der ersten Elektrode
(115) der Halbleiterspeichervorrichtung sind.

1/7

FIG 1A

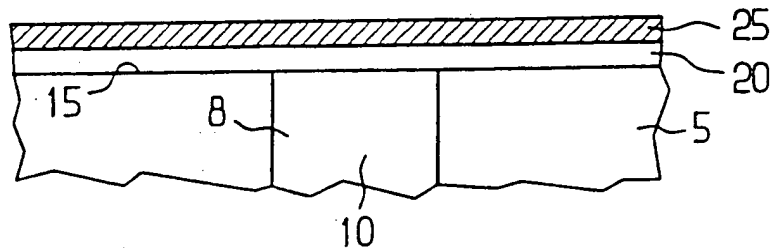


FIG 1B

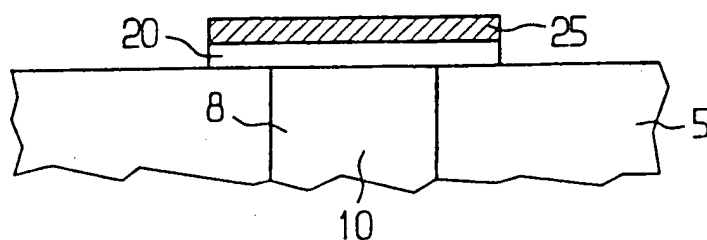


FIG 1C

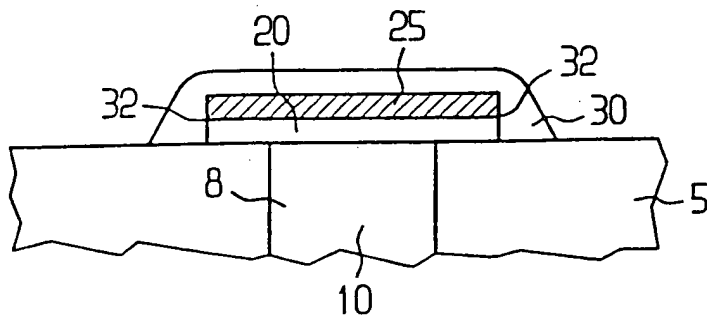


FIG 1D

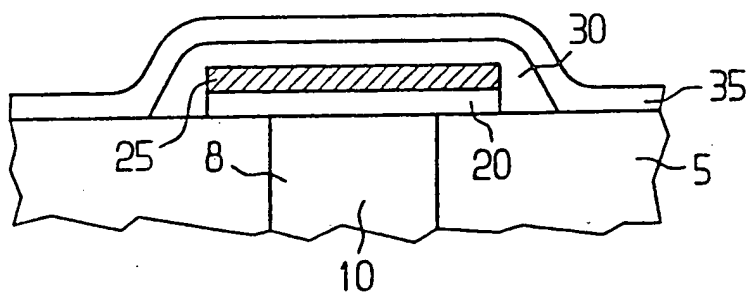
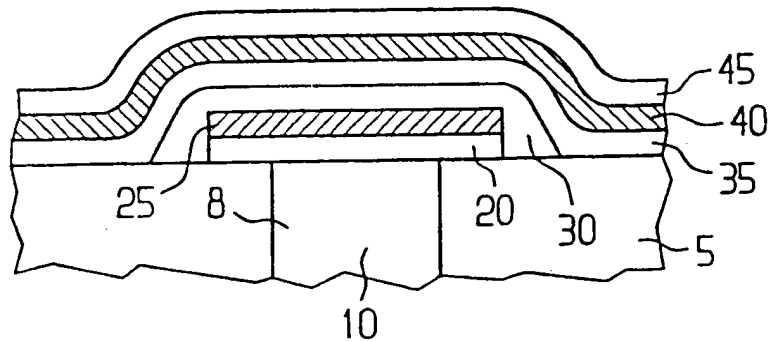


FIG 1E



2/7

FIG 2A

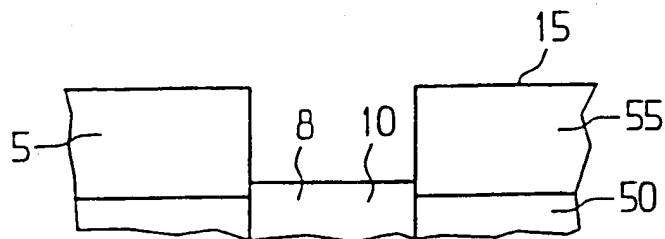


FIG 2B

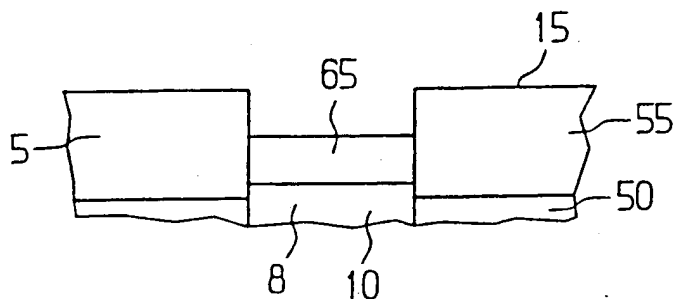


FIG 2C

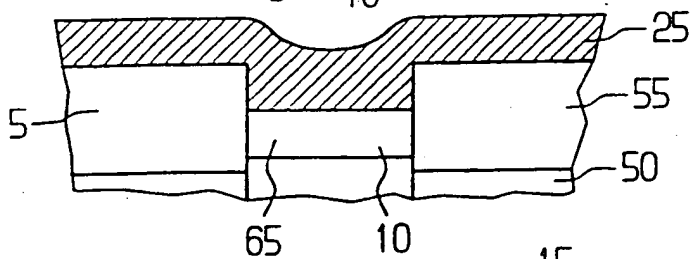


FIG 2D

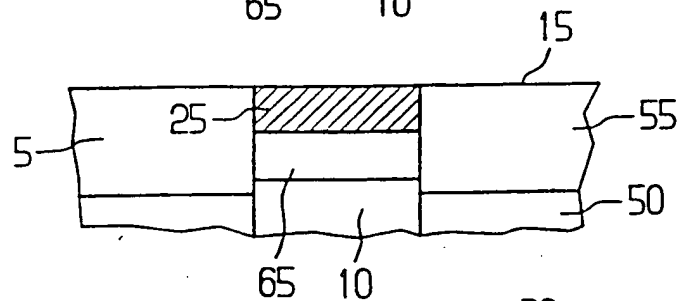


FIG 2E

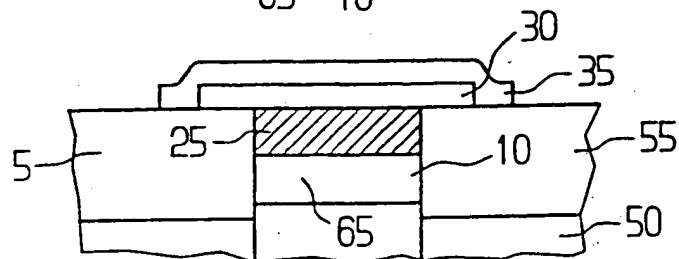
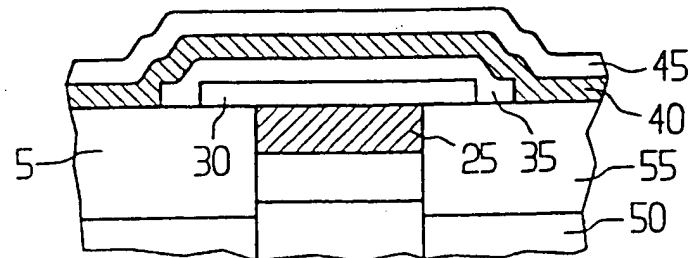
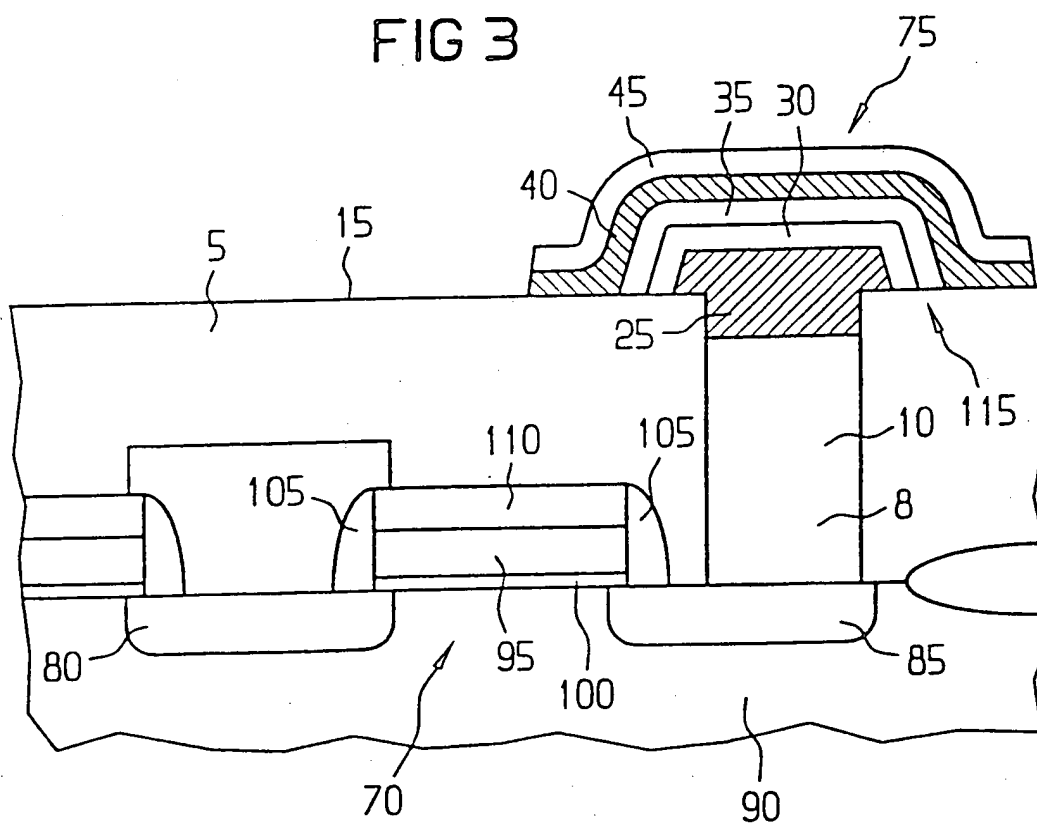


FIG 2F



3/7

FIG 3



4/7

FIG 4

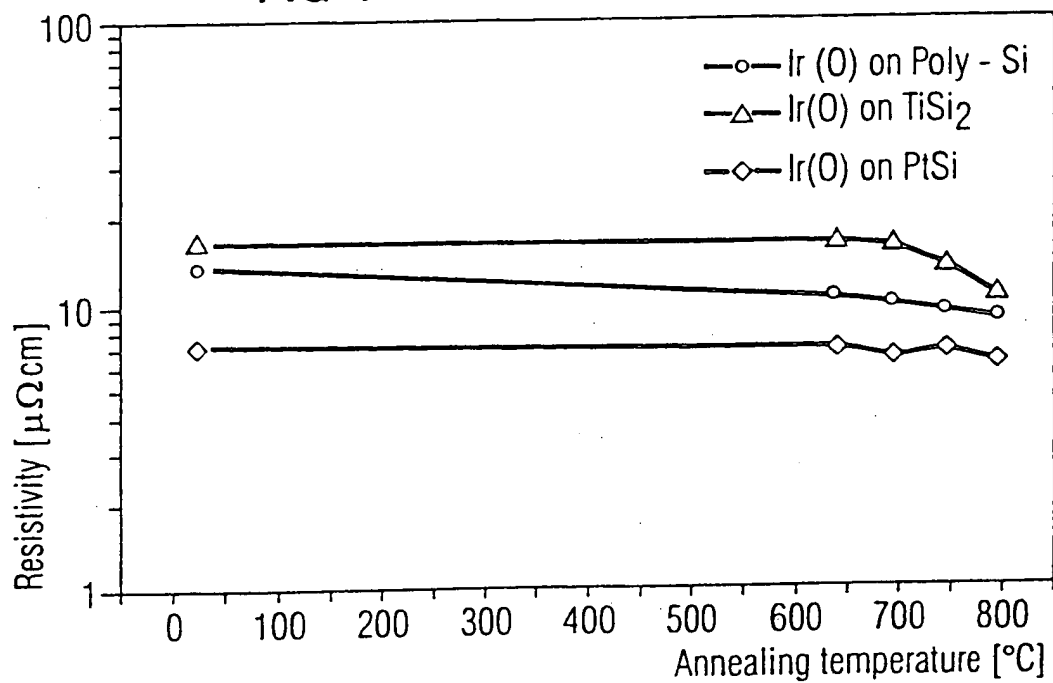
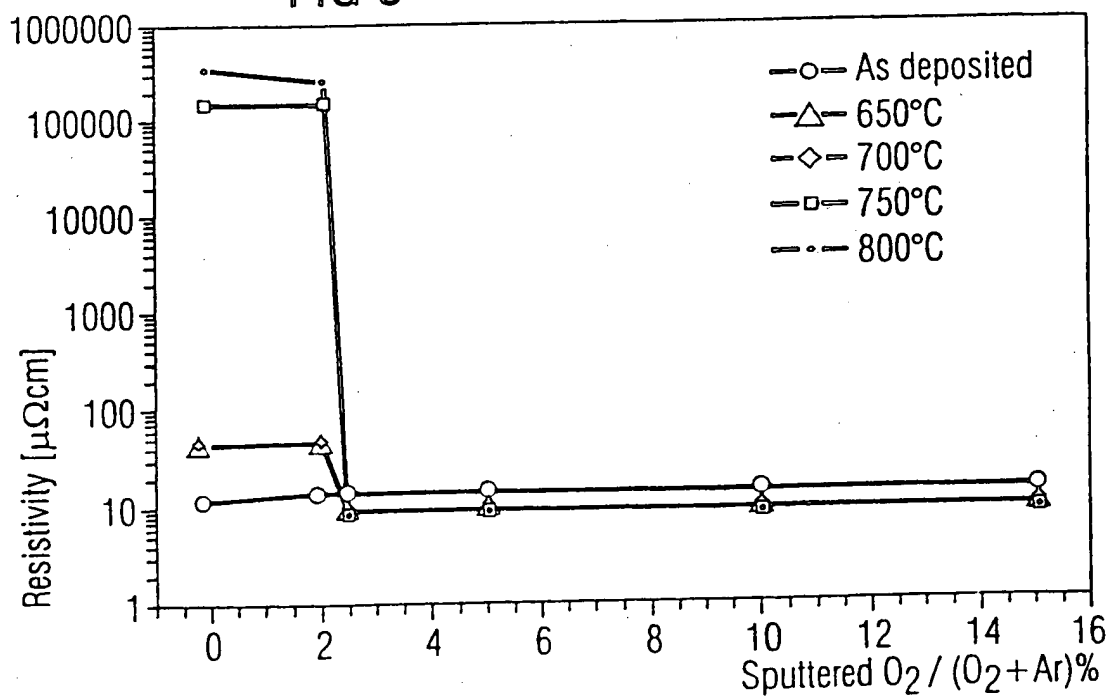


FIG 5



5/7

FIG 6

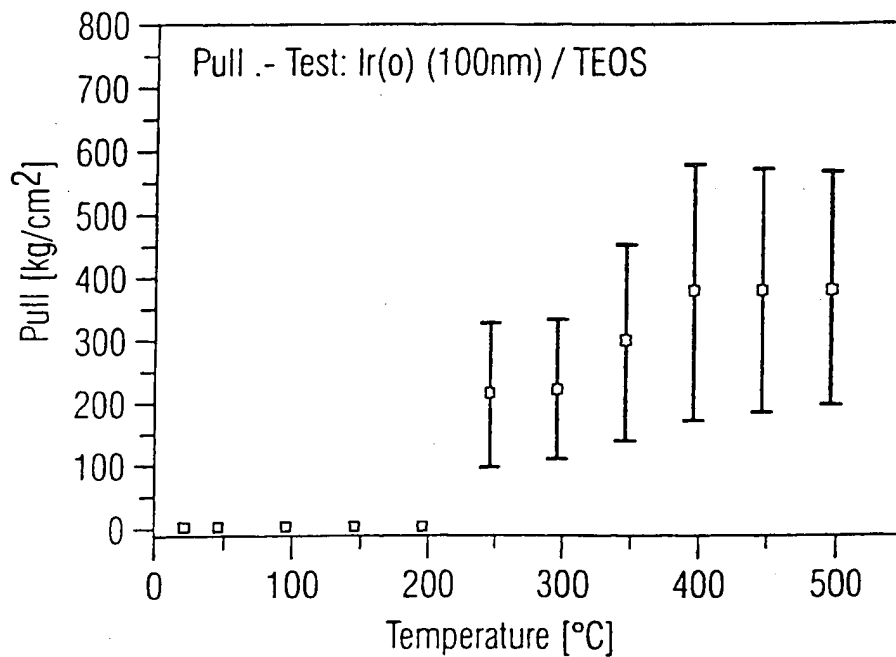
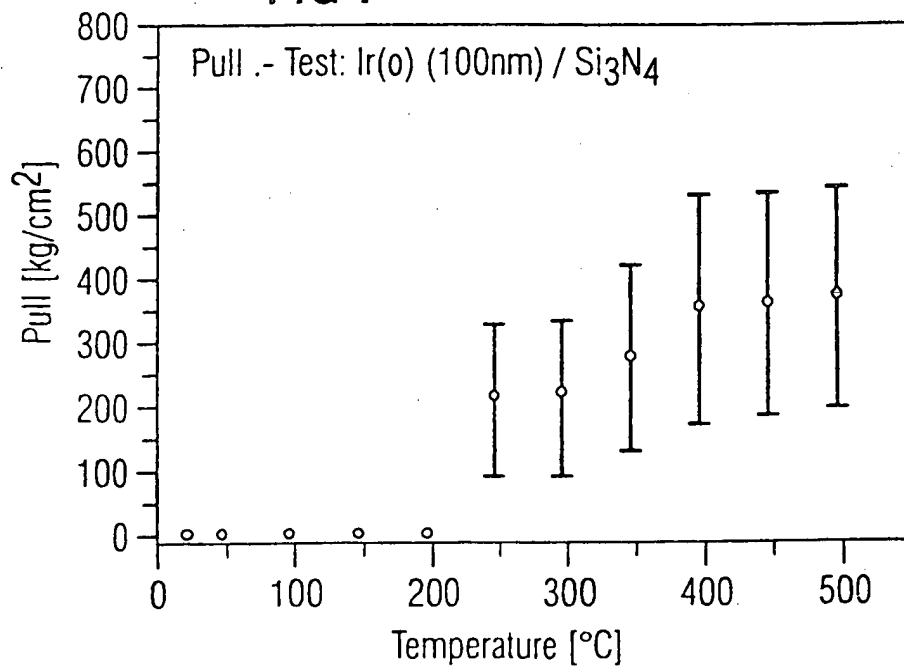
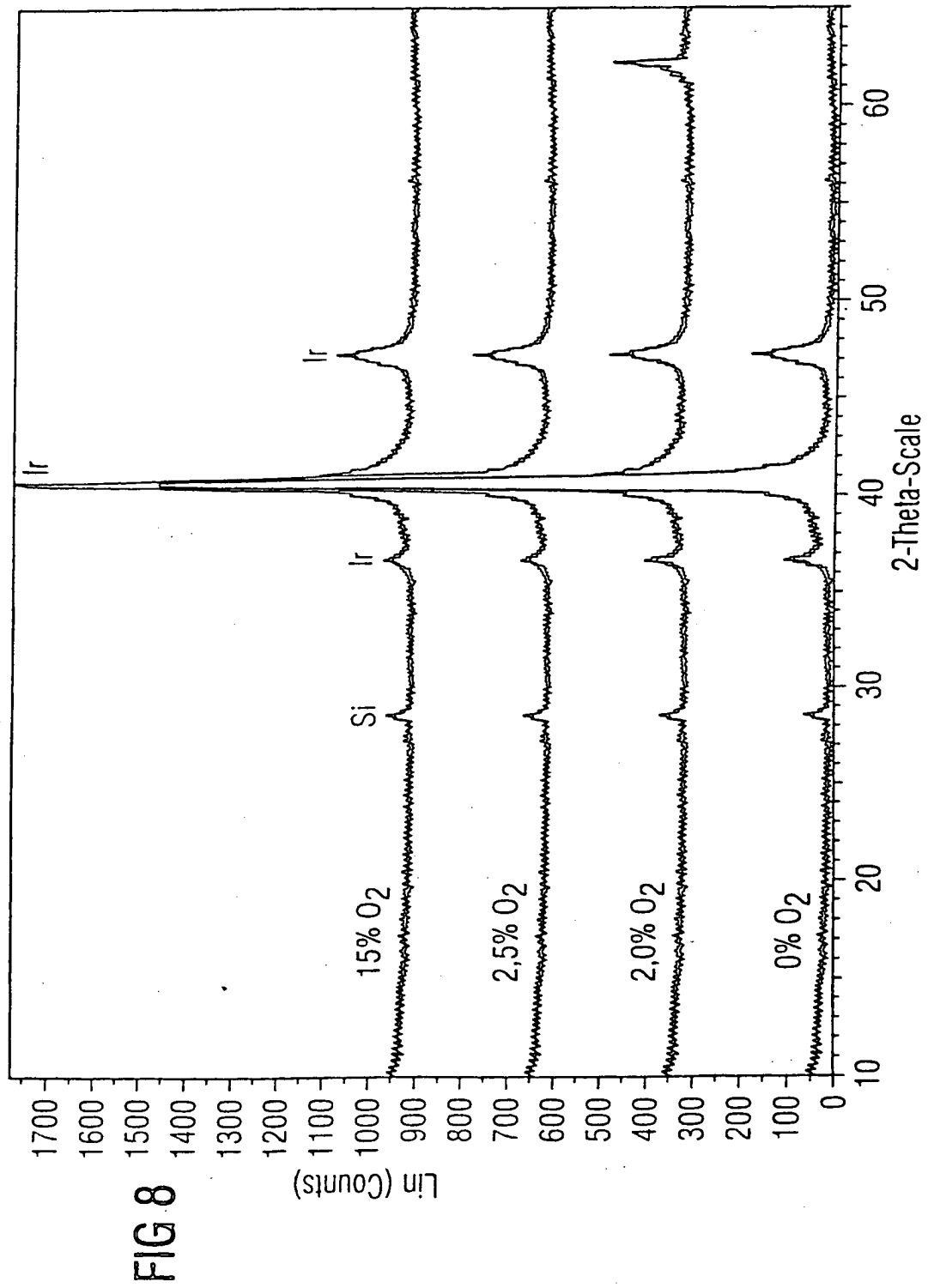


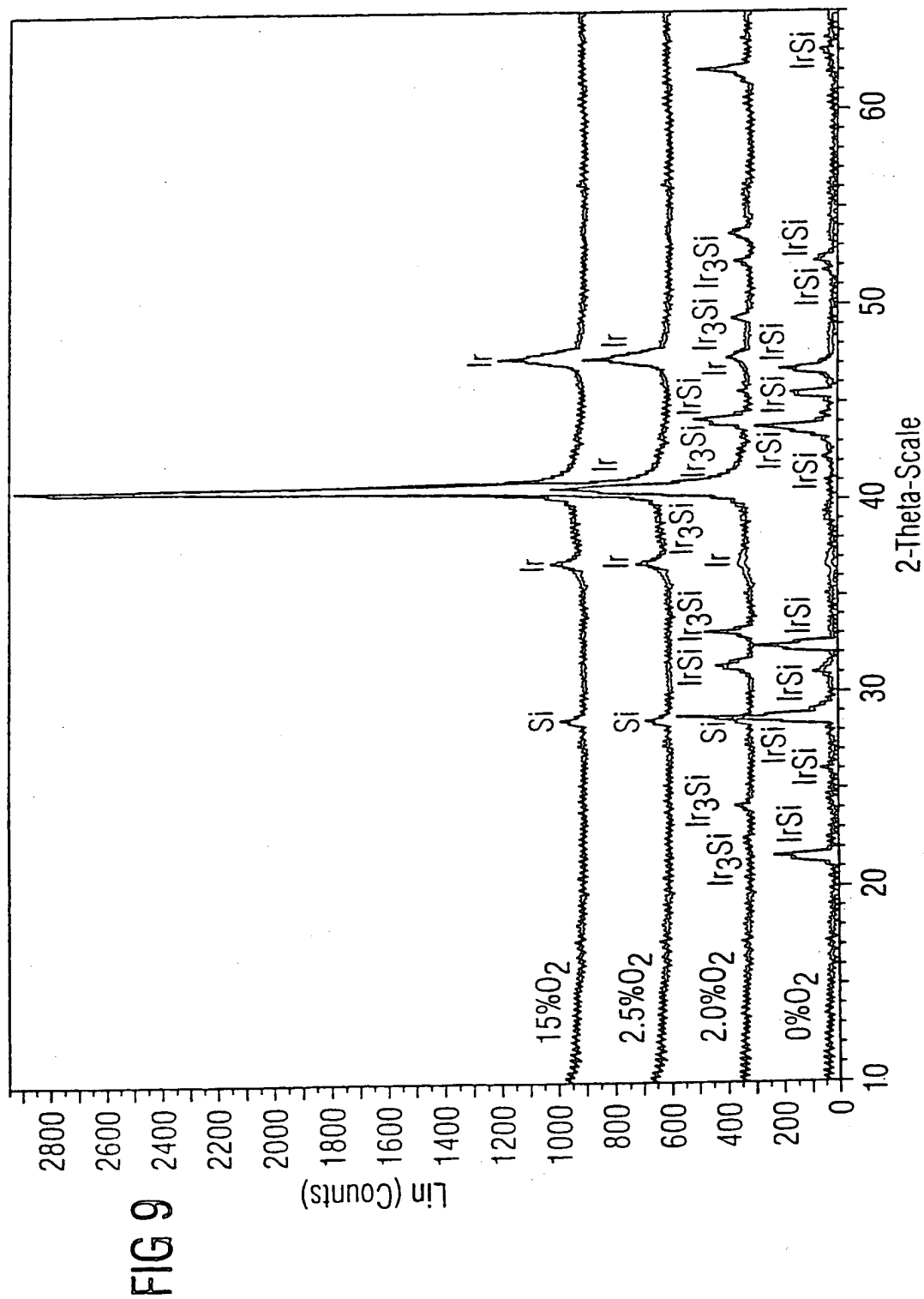
FIG 7



6/7



7/7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 99/04081

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01L21/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 852 307 A (AOYAMA TOMONORI ET AL) 22 December 1998 (1998-12-22) cited in the application column 5 figures 15B, 18F; examples 4-7, 10 page JP100224, column 8 column 15, line 35 - line 45 --/--	1-9, 11, 20

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

Z document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 May 2000

Date of mailing of the international search report

31/05/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Szarowski, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 99/04081

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>CHO H -J ET AL: "PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF IRIDIUMOXIDE THIN FILMS GROWN BY DC REACTIVE SPUTTERING" JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS; JP, PUBLICATION OFFICE JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS. TOKYO, vol. 36, no. 3B, PART 01, 1 March 1997 (1997-03-01), pages 1722-1727, XP000703099 ISSN: 0021-4922 cited in the application the whole document</p>	12-15
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 05, 30 April 1998 (1998-04-30) & JP 10 022469 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 23 January 1998 (1998-01-23) abstract -& US 6 015 989 A (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) 18 January 2000 (2000-01-18) abstract column 7</p>	
X	<p>HASE T, NOGUCHI T, TAKEMURA K, MIYASAKA Y: "Fatigue characteristics of PZT capacitors with Ir/IrOx electrodes" 1998, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, USA, 24 - 27 August 1998, pages 7-10, XP002138012 Proceedings of the Eleventh IEEE International Symposium on Applications of Ferroelectrics, ISAF 1998, Montreux, Switzerland. page 7</p>	16-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 99/04081

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5852307 A	22-12-1998	JP 9102591 A DE 19630310 A	15-04-1997 30-01-1997
JP 10022469 A	23-01-1998	US 6015989 A	18-01-2000

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/04081

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01L21/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 852 307 A (AOYAMA TOMONORI ET AL) 22. Dezember 1998 (1998-12-22) in der Anmeldung erwähnt Spalte 5 Abbildungen 15B, 18F; Beispiele 4-7, 10 Seite JP100224, Spalte 8 Spalte 15, Zeile 35 - Zeile 45 — -/-	1-9, 11, 20



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

* "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

* "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

* "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

* "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

* "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

* "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

* "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

* "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

* "g" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. Mai 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

31/05/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Szarowski, A

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>CHO H -J ET AL: "PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF IRIDIUMOXIDE THIN FILMS GROWN BY DC REACTIVE SPUTTERING" JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, JP, PUBLICATION OFFICE JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS. TOKYO, Bd. 36, Nr. 3B, PART 01, 1. März 1997 (1997-03-01), Seiten 1722-1727, XP000703099 ISSN: 0021-4922 in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument</p>	12-15
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 05, 30. April 1998 (1998-04-30) & JP 10 022469 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 23. Januar 1998 (1998-01-23) Zusammenfassung -& US 6 015 989 A (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) 18. Januar 2000 (2000-01-18) Zusammenfassung Spalte 7</p>	
X	<p>HASE T, NOGUCHI T, TAKEMURA K, MIYASAKA Y: "Fatigue characteristics of PZT capacitors with Ir/IrOx electrodes" 1998, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, USA, 24. - 27. August 1998, Seiten 7-10, XP002138012 Proceedings of the Eleventh IEEE International Symposium on Applications of Ferroelectrics, ISAF 1998, Montreux, Switzerland. Seite 7</p>	16-18

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/04081

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5852307 A	22-12-1998	JP 9102591 A DE 19630310 A	15-04-1997 30-01-1997
JP 10022469 A	23-01-1998	US 6015989 A	18-01-2000